

Desain Antena MIMO 2x2 Patch Rectangular untuk Komunikasi 5G pada Frekuensi 3,5 GHz dengan Peningkatan Gain Menggunakan Akrilik

Azis Khairul Muhidin¹, Hanny Madiawati², Yaya Sulaeman³, Elisma⁴

^{1,2,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung

³Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi, LIPI, Bandung

E-mail : ¹azis.khairul.tcom17@polban.ac.id, ²hannymadiawati@polban.ac.id, ³yayasulaeman@gmail.com, ⁴elisma@polban.ac.id

ABSTRAK

Antena merupakan sebuah *device* yang sangat penting kedudukannya dalam komunikasi tanpa kabel (*wireless*), dimana antena ini fungsi umumnya sebagai *matching device* dan *directional device*. Dengan adanya teknologi 5G maka pengembangan komunikasi *wireless* pun mulai diarahkan ke teknologi ini. Meningkatnya kebutuhan transfer data yang cepat dengan *bandwidth* yang lebar membuat teknologi 5G ini menjadi teknologi yang mampu mengatasi masalah - masalah yang dihadapi oleh generasi sebelumnya. Salah satu cara menghadapi tuntutan ini ialah dengan menerapkan teknologi MIMO (multiple input Multiple Output). MIMO ini merupakan sistem komunikasi dengan menggunakan *multiantena* (banyak antena) pada sisi *transmitter* maupun *receiver*. Dimana informasi yang dikirimkan dapat dikirim dan diterima dari berapa antena secara bersamaan. Maka sebuah Antena MIMO 2x2 didesain pada frekuensi 3.5 Ghz untuk komunikasi 5G. MIMO dengan 4 antena ini diharapkan akan menghasilkan gain yang lebih besar dengan penambahan Akrilik. Adapun MIMO ini dirancang menggunakan subtrat FR-4. Hasil yang dicapai pada penelitian antena MIMO 2x2 dengan penambahan akrilik memiliki nilai *bandwidth* sebesar 152 Mhz, rata-rata *return loss* antena sebesar 20,87 dB, memiliki pola radiasi unidireksional dan rata-rata gain yang dihasilkan pada setiap antenanya sebesar 3,615 dBi. Penambahan akrilik menyebabkan terjadinya peningkatan gain pada antena MIMO sebesar 0,36 dBi.

Kata Kunci

Antena MIMO, 5G, FR-4, Akrilik, Gain

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi *wireless* kian hari semakin pesat. Hal tersebut ditandai dengan meningkatnya kebutuhan *transferring* data yang cepat pada teknologi modern. Disamping itu proyek 5G yang kian gencar dikerjakan menjadi kebutuhan untuk teknologi komunikasi *wireless* modern. 5G atau *Fifth Generation* ini merupakan teknologi telekomunikasi yang mempunyai *datarate* yang sangat tinggi. Kecepatan data yang ditawarkan 5G diprediksi dapat meningkat secara drastis dibandingkan dengan pendahulunya 4G. Dengan semua *service* yang ditawarkan, diperlukan sebuah perangkat yang dapat memaksimalkan kinerja 5G, salah satunya yaitu sistem MIMO. MIMO (Multiple Input Multiple Output) merupakan suatu sistem antena yang dibangun dengan banyak antena pada sisi *transmitter* dan *receiver*, dimana informasi yang dikirimkan dapat dikirim dan diterima oleh beberapa antena secara bersamaan. Antena ini memiliki peranan penting dalam *transferring* data berkecepatan tinggi yakni teknologi 5G ini, yang mana mempunyai membutuhkan *data rate* yang

tinggi. Hal ini dikarenakan kemampuan antena MIMO juga sangat baik dalam mengurangi *multipath fading* bergantung pada jumlah antena yang digunakannya [1].

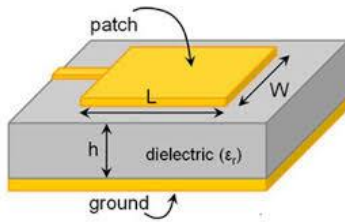
Terdapat beberapa metoda dalam meningkatkan gain antena MIMO seperti penggunaan *high frequency* dapat menghasilkan gain yang tinggi, disamping itu penggunaan subtrat yang bekerja pada frekuensi tinggi relatif mahal [2]. Selain itu penggunaan subtrat *parasitic radiator* dengan mengatur jarak subtrat *parasitic* dan subtrat antena MIMO untuk mendapatkan peningkatan gain terbesar, metoda ini telah banyak digunakan [3].

Pada penelitian ini penulis akan mendesain sebuah antena 4 elemen MIMO yang mampu bekerja untuk komunikasi 5G pada frekuensi 3,5 Ghz dengan penggunaan akrilik untuk dapat meningkatkan gain antena serta diharapkan dapat memenuhi tujuan-tujuan yang hendak dicapai.

2. TEORI PENDUKUNG

2.1 Antena mikrostrip

Antena mikrostrip adalah salah satu teknologi antena yang dapat dirancang dengan biaya murah, dimensi yang minimalis sehingga dapat diaplikasikan pada perangkat mobile [4]. Antena mikrostrip ini terdiri dari sepasang lapisan konduktor pada bagian atas dan bawah yang dipisahkan oleh sebuah substrat atau medium dielektrik.



Gambar 1. Antena Mikrostrip

Pada susunan ini, masing-masing dari lapisan mikrostrip mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Patch berfungsi sebagai peradiasi gelombang elektromagnetik yang menyusur sisi tepian masuk ke dalam substrat [5]. Substrat atau biasa disebut medium dielektrik pada umumnya mempunyai epsilon r yang berbeda-beda untuk setiap bahannya yang mempunyai pengaruh besar terhadap antena yang akan dihasilkan. Lapisan ground ini bertindak sebagai bidang pemantulan sempurna, mengembalikan kembali energi melalui substrat menuju udara bebas.

2.2 MIMO

MIMO atau Multiple Input Multiple Output ini merupakan sebuah *multiantenna* yang disusun pada sebuah transceiver dan receiver [6]. Antena MIMO ini dapat memperkecil multipath fading dengan mengandalkan *multiantenna* yang terdapat pada antenna receiver dan antenna transmitter. Sistem MIMO juga, memperoleh peningkatan kapasitas yang signifikan sehingga kinerja sistem menjadi lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional Single Input Single Output (SISO) dimana informasi yang sama dapat dikirim dan diterima dari beberapa antena secara bersamaan [7].

2.3 Rumus perhitungan dimensi antena mikrostrip

Dimensi antena mikrostrip didapat dari perhitungan matematis menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

A. Perhitungan dimensi patch antena

1) Lebar patch antena

$$W = \frac{c}{2 f c} \sqrt{\frac{2}{\epsilon r + 1}} \quad (1)$$

2) Panjang patch antena

$$L = \frac{c}{2 f c \sqrt{\epsilon r_{\text{eff}}}} - 2 \Delta L \quad (2)$$

Dimana :

$$\epsilon r_{\text{eff}} = \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left(\left[1 + \frac{12h}{W} \right]^{-1/2} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0.412 \frac{(\epsilon r_{\text{eff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon r_{\text{eff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad (4)$$

3. PEMBAHASAN

3.1 Perancangan antena mikrostrip 4 elemen

Sebelum proses perancangan suatu antena, terlebih dahulu antena perlu dibuat spesifikasi sebagai acuan perancangan. Berikut disajikan berupa tabel spesifikasi antena yang ingin dicapai :

Tabel 1. Spesifikasi Teknik

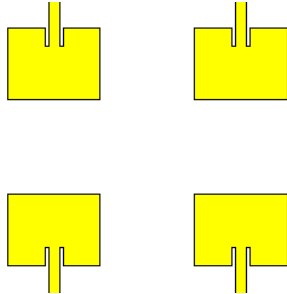
No	Spesifikasi	Keterangan
1	Rentang Frekuensi	3,5 – 3,64 Ghz
2	Return Loss	≥ 10 dB
3	Bandwidth	≥ 90 Mhz
4	Gain	≥ 3 dBi

Pada perancangan antena ini digunakan bahan substrat FR-4 dengan nilai $\epsilon r = 4,6$ dan penggunaan Akrilik ($\epsilon r = 3,5$), dilakukan menggunakan *software* CST Studio Suite 2018. Perancangan Antena MIMO 2x2 dilakukan dengan menambahkan parameter perancangan yaitu jarak antar antena (d). Dikarenakan pada perancangan MIMO 2x2, antena satu dengan yang lainnya harus diberi jarak yang sesuai agar meminimalisir terjadinya interferensi antar antena. Sama halnya dengan perancangan antena mikrostrip 1 elemen, perlu dilakukan optimasi pada jarak antar antena jika parameter yang didapatkan kurang sesuai dengan melakukan *trial and error*. Berikut merupakan tabel parameter dimensi antena MIMO 2x2 :

Tabel 2. Dimensi Perancangan Antena MIMO 2x2

Parameter	Nilai (mm)
W (Lebar patch)	24
L (Panjang patch)	19
Wm (Ibar saluran pencatu)	2.79
Yo (panjang inset feed)	4.8
Gpf (lebar gap antar patch & inset feed)	1
Wg (Lebar substrat dan ground)	34.5
Lg (Panjang substrat dan	34

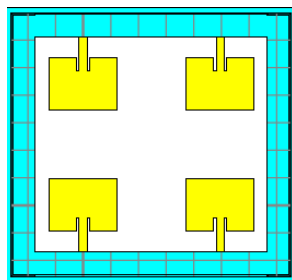
ground)	
d (jarak antar elemen/patch)	25
Hs (Tinggi substrat)	1.6
Ht (Tinggi patch)	0.035



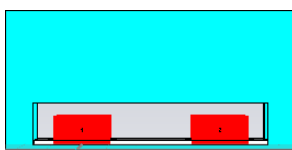
Gambar 2. Antena MIMO 2x2
(CST Studio Suite 2018)

3.2 Perancangan antena MIMO 2x2 dengan akrilik

Pada perancangan ini, akrilik akan di desain dan ditambahkan pada antena MIMO 2x2 yang telah dirancang pada perancangan sebelumnya sebagai penguatan gain. Berikut rancangan akrilik yang akan ditambahkan :



(a)

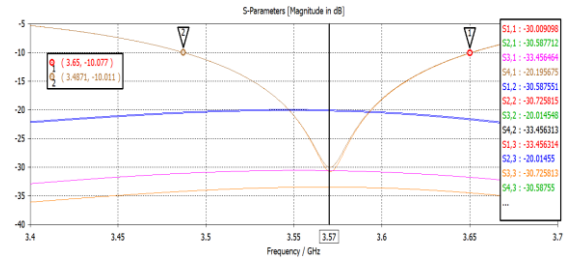


(b)

Gambar 3. Desain Penambahan Akrilik pada antena MIMO 2x2 (a) tampak depan , (b) tampak samping

3.3 Hasil simulasi antena MIMO 2x2

1. S-Parameter dan Bandwidth



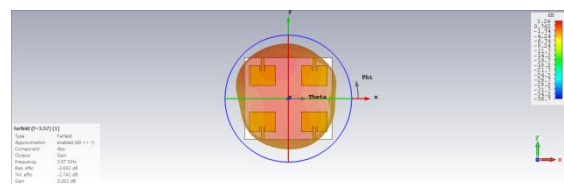
Gambar 4. Grafik S-Parameter dan Bandwidth Antena MIMO 2x2

Grafik diatas menunjukkan nilai *return loss* dan bandwidth yang sudah sesuai dengan spesifikasi. Dengan nilai rata-rata *return loss* untuk 4 Antena sebesar 30,36 dB dengan lebar bandwidth 170 Mhz. Pada grafik S-parameter juga dapat dilihat nilai *mutual coupling* yang dihasilkan dari 4 buah Antena mempunyai nilai yang beragam dengan rata-rata sebesar -28,63 dB. Untuk lebih jelas data grafik S-Parameter dapat dilihat pada

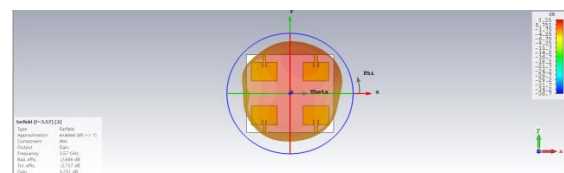
Tabel 3. S-Parameter Antena MIMO 2x2

No	Parameter-S	Nilai (dB)	No	Parameter-S	Nilai (dB)
1	S ₁₁	-30	9	S ₁₃	-33.45
2	S ₂₁	-30.8	10	S ₂₃	-20
3	S ₃₁	-33.45	11	S ₃₃	-30.72
4	S ₄₁	-20.19	12	S ₄₃	-30.58
5	S ₁₂	-30.58	13	S ₁₄	-20.19
6	S ₂₂	-30.72	14	S ₂₄	-33.45
7	S ₃₂	-20	15	S ₃₄	-30.58
8	S ₄₂	-33.45	16	S ₄₄	-30

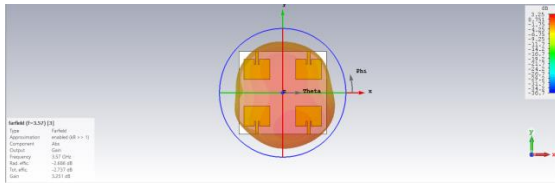
2. Gain



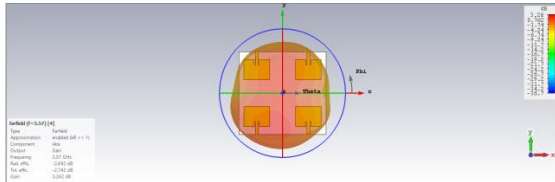
Gambar 5. Gain Antena ke 1 MIMO 2x2
(CST Studio Suite 2018)



Gambar 6. Gain Antena ke 2 MIMO 2x2
(CST Studio Suite 2018)



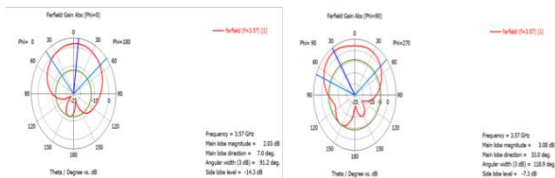
Gambar 7. Gain Antena ke 3 MIMO 2x2 (CST Studio Suite 2018)



Gambar 8. Gain Antena ke 4 MIMO 2x2 (CST Studio Suite 2018)

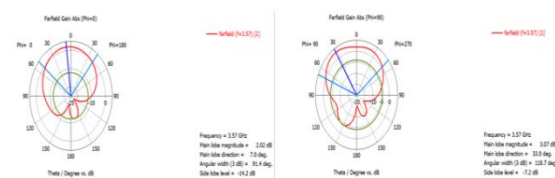
Didapat untuk rata-rata Gain yang dihasilkan untuk masing-masing antena sebesar 3.2565 dBi. Maka gain antena yang dihasilkan antena MIMO 2x2 sudah sesuai dengan spesifikasi.

3. Pola radiasi



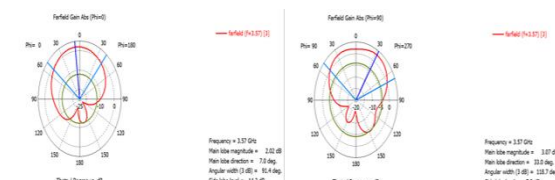
(a) (b)

Gambar 9. Pola radiasi antena ke-1 (a) bidang elevasi (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)



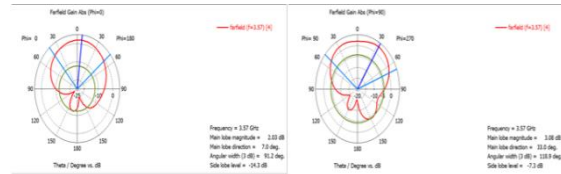
(a) (b)

Gambar 10. Pola radiasi antena ke-2 (a) bidang elevasi (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)



(a) (b)

Gambar 11. Pola radiasi antena ke-3 (a) bidang elevasi (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)



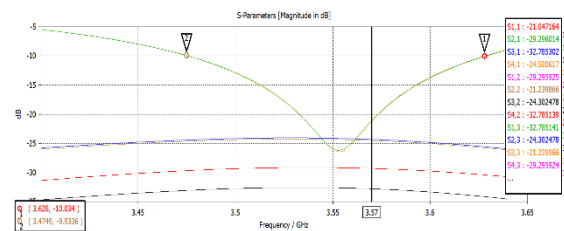
(a) (b)

Gambar 12. Pola radiasi antena ke-4 (a) bidang elevasi (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)

Pola radiasi yang dihasilkan dalam dalam simulasi antena MIMO 2x2 yaitu Unidireksional.

3.4 Hasil simulasi penambahan akrilik pada antena MIMO 2x2

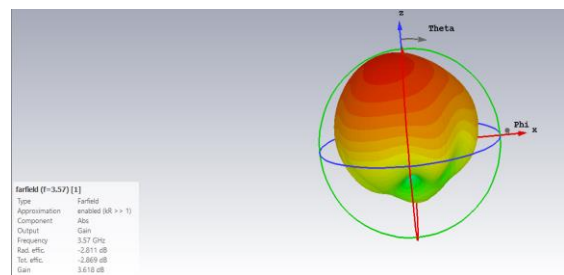
1. S-Parameter dan Bandwidth



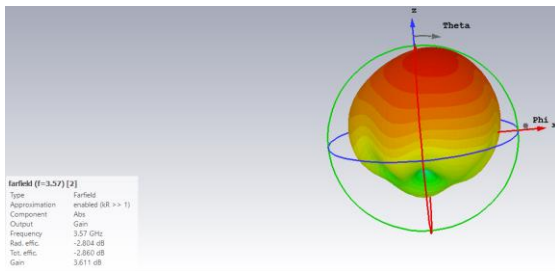
Gambar 13. Grafik S-Parameter MIMO 2x2 penambahan akrilik (CST Studio Suite 2018)

Grafik diatas menunjukkan bahwa S-Parameter untuk antena MIMO 2x2 mengalami pergeseran frekuensi tengah sebesar 10 Mhz akan tetapi masih dalam range frekuensi kerja antena itu sendiri. *Return loss* yang dihasilkan pada frekuensi 3,57 Ghz sebesar 20,87 dB. Dengan yang dihasilkan bandwidth sebesar 152 Mhz.

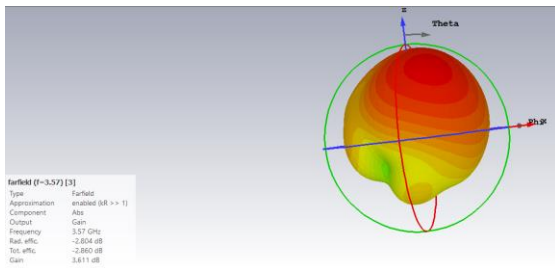
2. Gain



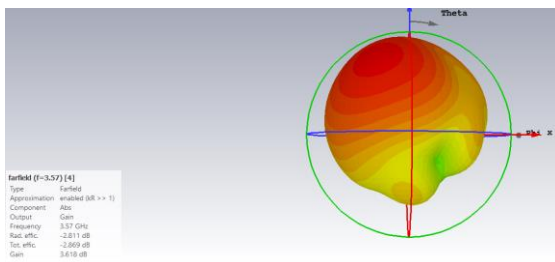
Gambar 14. Gain antena ke-1 MIMO 2x2 penambahan akrilik (CST Studio Suite 2018)



Gambar 15. Gain antenna ke-2 MIMO 2x2 penambahan akrilik (CST Studio Suite 2018)



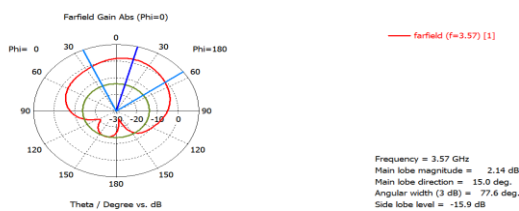
Gambar 16. Gain antenna ke-3 MIMO 2x2 penambahan akrilik (CST Studio Suite 2018)



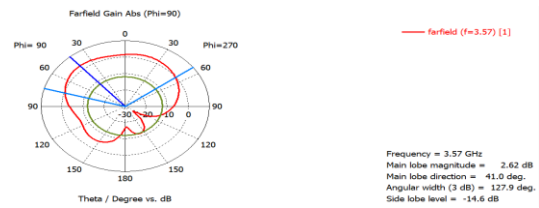
Gambar 17. Gain antenna ke-4 MIMO 2x2 penambahan akrilik (CST Studio Suite 2018)

Untuk rata-rata gain yang dihasilkan ke 4 antenna sebesar 3.615 dBi. Terdapat kenaikan gain antenna yang dihasilkan dari penambahan akrilik ini, dimana gain antenna naik sebesar 0.36 dBi.

3. Pola radiasi

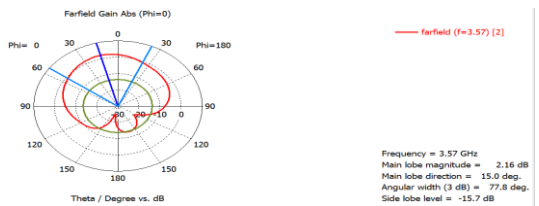


(a)

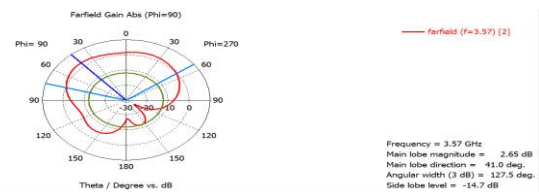


(b)

Gambar 18. Pola radiasi antenna ke 1 MIMO penambahan akrilik (a) bidang elevasi, (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)

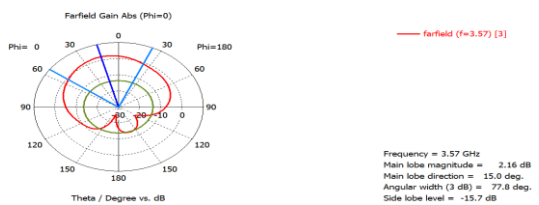


(a)

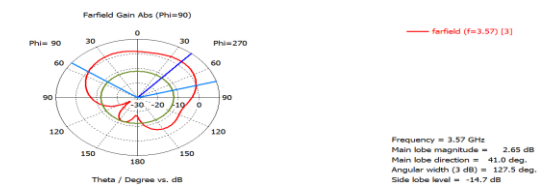


(b)

Gambar 19. Pola radiasi antenna ke 2 MIMO penambahan akrilik (a) bidang elevasi, (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)

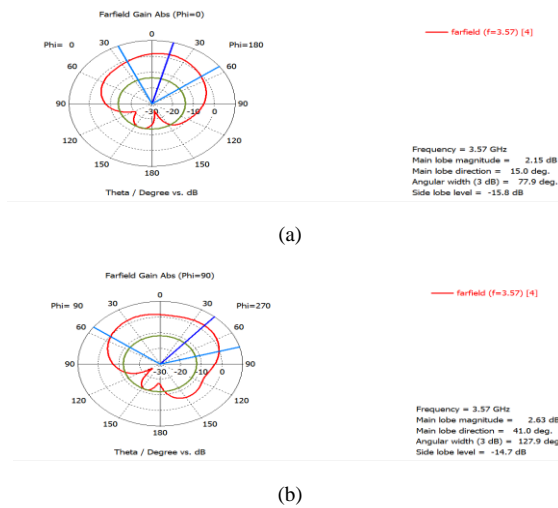


(a)



(b)

Gambar 20. Gambar 3. 25 Pola radiasi antenna ke 3 MIMO penambahan akrilik (a) bidang elevasi, (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)



Gambar 21. Pola radiasi antenna ke 4 MIMO penambahan akrilik (a) bidang elevasi, (b) bidang azimuth (CST Studio Suite 2018)

Hasil simulasi pola radiasi yang dihasilkan ialah Unidireksional. Terdapat perubahan nilai *sidelobe* yang dihasilkan pada bidang elevasi mengalami penurunan dari rata-rata -14,25 dB menjadi -15,77 dB dan terjadi menyempitan HPBW. Berikut disajikan tabel perbandingan hasil simulasi antenna MIMO 2x2 dengan akrilik dan tanpa akrilik :

Tabel 2. Perbandingan Hasil Simulasi Antena MIMO 2x2 konvensional dan penambahan Akrilik

Parameter	Antena MIMO 2x2	Antena MIMO 2x2 dengan Akrilik
Bandwidth	170 Mhz	152 Mhz
Return Loss	30,36 dB	20,87 dB
Gain	3,2565 dBi	3,615 dBi
Pola Radiasi	Unidireksional	Unidireksional

Pada Tabel 4 terlihat bahwa dengan penambahan akrilik yang dilakukan dapat memperoleh nilai gain yang meningkat. Sedangkan untuk parameter lainnya penambahan akrilik masih memenuhi spesifikasi antenna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan Perancangan dan Simulasi pada Antena MIMO 2x2 dengan Pengoptimalan Pola Radiasi menggunakan Akrilik yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa :

- 1) Hasil simulasi pada antenna MIMO 2x2 dengan penambahan akrilik sesuai dengan spesifikasi antenna.
- 2) Terjadi peningkatan *gain* antenna sebesar 0.36 dBi dikarenakan penyempitan HPBW pada bidang *elevasi* sehingga gain yang dihasilkan mengalami kenaikan serta menyecilnya *sidelobe* yang dihasilkan pada bidang elevasi sebesar -1.525 dB.

- 3) Penggunaan desain akrilik pada antenna mimo dengan menutup sisi-sisi dari antenna menyebabkan pancaran atau radiasi antenna menjadi lebih terarah dan tidak menyebar sehingga gain yang dihasilkan mengalami peningkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. K. Hadist, H. Wijanto and Y. Wahyu, "Antena Mikrostrip MIMO 4x4 Bowtie 2,4 Ghz untuk Aplikasi Wifi 802.11n Application," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, no. 3, pp. 3703-3710, Desember 2017.
- [2] F. W. Ardianto, N. M. A and B. Syihabbudin, "Analisis Simulasi Antena MIMO 4x4 Susunan Persegi dan Circular pada Frekuensi 15 Ghz," *JNTETI*, vol. 7, no. 2, pp. 174-182, Mei 2018.
- [3] T. Supriyanto and T. Firmansyah, "Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Multiple Input Multiple Output 2x2 menggunakan penambahan Parasitik Radiator," *JURNAL ILMIAH ELITE ELEKTRO*, vol. 4, no. 1, pp. 43-46, Maret 2013.
- [4] C. Novianti and H. Ludianti, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 4x4 MIMO Berbahan Material Dielektrik Artifisial untuk Aplikasi LTE pada Frekuensi 2300 - 2400 Mhz, Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2019.
- [5] K. J. A.S, L. O. N and B. S, "Perancangan Antena MIMO 2x2 Array Rectangular Patch dengan U-Slot untuk Aplikasi 5G," *JNTETI*, Vols. 6, No.1, 2017.
- [6] R. Jhon, A. A. Muayyadi and Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip MIMO Bowtie 4x4 Pada Frekuensi 1,8 Ghz untuk Aplikasi LTE," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 1-9, Agustus 2016.
- [7] A. B. Adipurnama, H. Wijanto and Y. Wahyu, "Perancangan dan Realisasi Antena MIMO 4x4 Mikrostrip Patch Persegi Panjang 5,2 Ghz untuk Wifi 802.11n," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 233-243, 2016.